

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE  
DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL  
ET SCIENTIFIQUE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE



⑪ 1.599.772

## BREVET D'INVENTION

- ②① N° du procès verbal de dépôt .../..... 166.470 - Paris.
- ②② Date de dépôt ..... 17 septembre 1968, à 15 h.  
Date de l'arrêté de délivrance ..... 20 juillet 1970.
- ④⑥ Date de publication de l'abrégé descriptif au  
*Bulletin Officiel de la Propriété Industrielle.* 28 août 1970 (n° 35).
- ⑤① Classification internationale ..... C 07 d.
- ⑤④ Procédé de préparation de l'acide lysergique.
- ⑦② Invention : Marc Julia, François Le Goffic, Jean Igolen et Michelle Baillarge.
- ⑦① Déposant : INSTITUT PASTEUR (Établissement reconnu d'utilité publique), résidant en France  
(Paris).
- Mandataire : Cabinet Aymard, anciennement Danzer & Aymard.
- ③① Priorité conventionnelle :
- ③② ③③ ③① *Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11,  
§ 7, de la loi du 5 juillet 1844, modifiée par la loi du 7 avril 1902.*

1599772

PROCEDE DE PREPARATION DE L'ACIDE LYSERGIQUE

INSTITUT PASTEUR, 28, rue du Docteur Roux, PARIS 15ème

Inventeurs : MM. M. JULIA, F. LE GOFFIC, J. IGOLEN, Melle  
M. BAILLARGE

L'acide lysergique est un produit industriel important à cause des propriétés thérapeutiques puissantes de certains de ses dérivés.

On ne connaît, jusqu'à présent, qu'un procédé de synthèse de ce produit (E.C. Kornfeld, E.J. Fornefeld, C.B. Kline, M.J. Mann, D.E. Morrison, R.G. Jones et R.B. Woodward, J. amer. chem. Soc., 1956, 78, 3087).

Le présent procédé consiste en l'assemblage, dès la première étape, de tout le squelette carboné et azoté. Le méthyle porté par l'azote 6 est introduit au cours de la synthèse et le procédé consiste en des réductions sélectives et une cyclisation qui conduisent au N<sub>1</sub> acétyl dihydro-2,3 lysergate de méthyle racémique que l'on sait transformer en acide lysergique (E.C. Kornfeld, loc cit).

Certains des intermédiaires indoliniques ont été oxydés en dérivés skatyl nicotiniques, bromoskatyl nicotiniques et en skatyl- et bromoskatyl arécolines.

La condensation du méthyl-6 nicotinate de méthyle avec la bromo-5 isatine constituait un moyen commode d'assembler en une étape tous les atomes de carbone et d'azote nécessaires. La bromo-5 isatine et l'ester sont chauffés par portions de 30-50 g de 100 à 180° pendant 15 minutes puis laissés à 170° pendant 70 minutes. On obtient ainsi le produit de condensation rouge (1, R = Br) avec un rendement de 50-60 %, F = 302°.

La réduction de la double liaison a été effectuée comme il est commun de le faire pour les dérivés isatylidéniques par le zinc et l'acide acétique, ce qui fournit le dérivé dihydrogéné (2, R = Br), 95 %. Le spectre U.V. est celui d'un oxindole.

La réduction sélective du carbonyle amidique sans réduction du carbonyle de l'ester a pu être effectuée à l'aide du diborane dans le tétrahydrofuranne qui fournit l'indoline substituée (3, R = Br ; R<sub>1</sub> = H) (IR, CO à 1720<sup>cm</sup>-1), F = 99-100° (70 %). Les indolines étant peu stables à l'état de bases libres, on acétyle l'azoté indolinique par Ac<sub>2</sub>O à température ordinaire (85 %), ce qui donne (3, R = Br, R<sub>1</sub> = Ac). Son spectre UV est celui d'une acétyl indoline, maxima à 264, 292 et 300 nm, avec des  $\epsilon$  de 24.000, 6.000 et 4.900 respectivement.

...

L'aromatisation du noyau indolinique par le bioxyde de manganèse dans le chlorure de méthylène à température ordinaire fournit avec un rendement de 50 % la bromoskatyl pyridine (4, R = Br, X = OMe) où l'on retrouve le spectre UV du bromo-5 indole 291, 262 et 320 nm,  $\epsilon$  = 12.500, 11.000 et 1.700. Le méthyl nicotinate a 225, 268 et 276 nm,  $\epsilon$  = 10.600, 4.000 et 3.000.

On a ensuite quaternisé le bromoskatyl nicotinate de méthyle (4, R = Br, X = OMe) en (5, R = Br) par un procédé classique comme l'iodure de méthyle dans le méthanol en tube scellé. L'iodométhylate, (5, R = Br) est traité dans le méthanol aqueux à 50 % par le borohydrure de potassium ce qui conduit à la skatyl arécoline (6, R = Br, X = OMe).

Le skatyl nicotinate a été saponifié en acide (6, R = Br, X = OH) et celui-ci transformé en diéthylamide (6, R = Br, X = NEt<sub>2</sub>) par l'anhydride mixte éthoxycarbonique.

L'indolinylméthyl nicotinate (3, R = Br, R<sub>1</sub> = Ac) a été à son tour quaternisé par exemple par chauffage en tube scellé avec MeI dans MeOH en (7, R = Br) qu'on a réduit avec un borohydrure alcalin tel que le borohydrure de potassium dans le méthanol aqueux à 50 % en acétyl bromoindolinyl tétrahydro nicotinate (8, R = Br). La CCM montre qu'il s'est formé deux composés principaux : une grande chromatographie sur colonne de silice a permis de les isoler. Il s'agit de 2 isomères qui ont été appelés pour plus de commodités X, F = 112°, picrate F = 130° ; Y<sub>1</sub>, picrate F = 129°. Les spectres UV sont pratiquement identiques ; les composés sont isomères ; proportions recueillies X : 2,76 g (42 %), mélange : 0,9 g ; Y<sub>1</sub> : 3,90 g (58 %). La relation de diastéréoisomérisation entre X et Y<sub>1</sub>, au niveau des 2 carbones asymétriques a été établie par désacétylation au méthanol chlorhydrique et aromatisation, ce qui donne, à partir de 2 isomères le même bromoskatyl tétrahydro nicotinate de méthyle (6, R = Br, X = OMe) déjà obtenu ci-dessus.

Le traitement de Y<sub>1</sub> par l'amidure de sodium dans l'ammoniac liquide a fourni, après une grande chromatographie sur silice des fractions qui montrent dans l'U.V. une notable absorption à la longueur d'onde des dérivés dihydro-2,3 lysergiques, 242 et 251 nm. L'étude des différentes fractions par CCM et la chromatographie sur plaque semi-préparative a ensuite permis de séparer de ces fractions un produit (9).

Ce produit s'est montré identique avec le N-acétyldihydrolysergate de méthyle (9) préparé par acétylation du dihydrolysergate de méthyle (11) obtenu par réduction du lysergate de méthyle (10) d'après la méthode de P.A. Stadler, A.J. Frey, F. Troxler et A. Hofmann à l'aide d'acide chlorhydrique et de poudre de zinc. La comparaison de ces 2 produits a été faite à l'aide de : CCM, UV, IR, Masse RMN et Picrate.

°/ Helv. chim. Acta, 1964, 47, 756

...

1599772

- 3 -

Plusieurs composés préparés ci-dessus ont été débromés, en particulier pour les essais physiologiques. On a débromé par hydrogénation au nickel de Raney l'oxindolylméthyl nicotinate (2, R = Br) en (2, R = H) ; l'acide libre obtenu dans la réaction qui s'effectue dans la soude est réestérifié par le méthanol chlorhydrique. La réduction au diborane fournit (3, R = R<sub>1</sub> = H), F = 70-71° qu'on réacétyle, F = 124°. On aromatise par MnO<sub>2</sub>/CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, F = 119° (4, R = H, X = OMe) puis quaternise en (5, R = H), F = 202-205°.

UV = ultraviolet    IR = infrarouge    CCM = chromatographie sur couche mince  
RMN : résonance magnétique nucléaire.

Partie expérimentale -(Bromo-5' isatylidene )-méthyl-6-nicotinate de méthyle (1, R = Br)

32,8 g (0,217 mole) de méthyl-6 nicotinate de méthyle et 45,2 g (0,200 mole) de bromo-5 isatine sont placés dans une fiole de 250 cm<sup>3</sup> et plongés dans un bain préalablement chauffé à 100°. On chauffe alors le bain de telle façon que la température monte de 100 à 180° en 15 mn (température de fusion du mélange). On laisse ensuite la température redescendre vers 170° où on la maintient pendant 70 mn. Après refroidissement, on pulvérise le mélange finement dans un mortier. Le produit obtenu est recristallisé dans 150 cm<sup>3</sup> de diméthyl formamide puis lavé à l'éther. On obtient ainsi 40 g (57 %) de produit rouge, F = 302°.

Analyse C<sub>16</sub>H<sub>11</sub>O<sub>3</sub>N<sub>2</sub>Br, F = 302°, Calc. % : C 53,52 H 3,39 N 7,82  
Tr. : 53,39 3,34 7,82

(Bromo-5' oxindolyl-3')-méthyl-6 nicotinate de méthyle (2, R = Br)

10 g de l'ester (1, R = Br) sont mis en suspension dans 250 cm<sup>3</sup> d'acide acétique que l'on porte à ébullition. On ajoute alors par petites portions 10 g de zinc en 30 mn environ puis chauffe encore à reflux pendant 1 h. On sépare le zinc qui n'a pas réagi par filtration, évapore l'acide acétique sous vide et recristallise le résidu du dioxanne. On obtient ainsi 9,7 g (95 %) de substance blanche, F = 194°.

Analyse C<sub>16</sub>H<sub>13</sub>O<sub>3</sub>N<sub>2</sub>Br, F = 194°, Calc. % : C 53,10 H 3,60 N 7,75  
Tr. : 53,26 3,64 7,51

Spectre UV :  $\lambda$  = 227 et 258 nm ;  $\epsilon$  = 14.300 et 13.000  
Spectre IR : 1720cm<sup>-1</sup> (COOCH<sub>3</sub>) ; 1600cm<sup>-1</sup> (CO amide)

(Dihydro-2',3' bromo-5' indolyl-3') méthyl-6 nicotinate de méthyle (3, R = Br, R<sub>1</sub> = H)

A une suspension de 18 g de borohydrure de sodium (préalablement séché) dans 300 cm<sup>3</sup> de tétrahydrofurane anhydre refroidie à 0° et agitée mécaniquement, on ajoute en 30 mn environ 75 g d'éthérate de trifluorure de bore. Dès la fin de cette addition, on agite encore pendant 3 h à 0°. On ajoute à la solution de diborane ainsi obtenue 18 g de (2, R = Br) en une fois, puis chauffe le mélange résultant à 22-24° pendant 20 mn (température et temps critiques). On hydrolyse avec précautions par de l'acide chlorhydrique concentré (150 cm<sup>3</sup>) en refroidissant par un bain de glace puis ajoute 200 cm<sup>3</sup> d'eau et agite pendant 12 h. Après avoir rendu le milieu alcalin, on extrait le produit à l'acétate d'éthyle, suivant les procédés habituels. On obtient, après évaporation du solvant, un résidu (11 g) qui cristallise peu à peu et que l'on recristallise du méthanol, F = 99-100°.

Analyse C<sub>16</sub>H<sub>15</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>Br, Calc. % : C 55,30 H 4,32 N 8,07  
Tr. : 55,25 4,32 7,90

...

1599772

- 5 -

Spectre IR :  $1720\text{ cm}^{-1}$  (CO) et  $3.400\text{ cm}^{-1}$  (NH)  
Spectre UV :  $\lambda$  227, 256 et 312 nm ;  $\epsilon$  = 18.000, 14.000 et 2.600

(Acétyl-1' dihydro-2', 3' bromo-5' indolyl-3') méthyl-6  
nicotinate de méthyle (3, R = Br, R<sub>1</sub> = Ac)

12 g de (3, R = Br, R<sub>1</sub> = H) sont traités par un excès d'anhydride acétique pendant 24 h à température ordinaire. Après hydrolyse et extraction suivant les méthodes habituelles, on obtient 11,5 g de substance que l'on triture dans l'éther de pétrole et que l'on recristallise du cyclohexane (°), F = 119-120°.

Analyse C<sub>18</sub>H<sub>17</sub>O<sub>3</sub>N<sub>2</sub>Br, F = 119-120°

Calc. % : C 55,54 H 4,40 N 7,19  
Tr. : 55,62 4,55 7,01

Spectre IR :  $1720\text{ cm}^{-1}$  (COOCH<sub>3</sub>) et  $1660\text{ cm}^{-1}$  (N-COCH<sub>3</sub>)

Spectre UV : 264, 292 et 300 nm  $\epsilon$  = 2400, 6000 et 4900

(Bromo-5' indolyl-3') méthyl-6 nicotinate de méthyle (4, R = Br, X = OMe)

5 g de l'indoline (3, R = Br, R<sub>1</sub> = H) sont agités à température ordinaire pendant 24 h dans 250 cm<sup>3</sup> de chlorure de méthylène contenant 20 g de bioxyde de manganèse activé. Après filtration, traitement au noir puis évaporation du solvant, on récupère 4,5 g de produit huileux que l'on chromatographie sur 70 g de silice et 40 g de célite. L'élution par un mélange de benzène (98 %) et d'acétate d'éthyle (2 %) permet d'isoler 2,5 g de produit cristallisé (50 %) que l'on recristallise du mélange benzène-éther de pétrole, F = 149-150°.

Analyse C<sub>16</sub>H<sub>13</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>Br, Calc. % : C 55,65 H 3,76 N 8,11  
Tr. : 55,48 3,95 7,95

Spectre IR :  $1720\text{ cm}^{-1}$  (ester) et  $3400\text{ cm}^{-1}$  (NH)

Spectre UV :  $\lambda$  = 227, 263 et 310 nm ;  $\epsilon$  = 12.600, 11.900 et 2.200

Notons que le spectre UV du méthyl-6 nicotinate de méthyle a les caractéristiques suivantes :  $\lambda$  = 225, 268 et 276 nm ;  $\epsilon$  = 10.600, 4.000 et 3.000.

(Bromo-5' indolyl-3') méthyl-6 N,N-diéthyl nicotinamide (6, R = Br, X = NEt<sub>2</sub>)

500 mg de (5, R = Br, X = OMe), 500 mg de potasse sont chauffés pendant 4 h dans 30 cm<sup>3</sup> de méthanol à reflux. On chasse alors le méthanol sous vide, ajoute de l'eau au résidu puis ajuste le pH de la solution obtenue à 5-6. Le produit qui a précipité est essoré (300 mg), F = 250-260° (décomp.).

Spectre IR :  $3410\text{ cm}^{-1}$  (NH) et  $1690\text{ cm}^{-1}$  (CO)

(°) La purification du produit peut se faire également par filtration sur une colonne d'alumine en utilisant d'abord de l'éther de pétrole qui élue une huile puis du benzène contenant 5 % d'acétate d'éthyle qui élue le produit cherché.

...

1,8 g de cet acide sont mis en suspension dans 125 cm<sup>3</sup> de chloroforme. On ajoute, à cette solution, à -5°, 0,5 g de triéthylamine puis 0,6 g de chloroformiate d'éthyle et agite pendant 45 mn. On ajoute alors 2 cm<sup>3</sup> de diéthylamine au milieu puis agite à température ordinaire pendant 3 h. Après les traitements habituels, on isole 1 g (50 %) d'amide que l'on recristallise dans le benzène, F = 144°.

Analyse C<sub>19</sub>H<sub>20</sub>N<sub>3</sub>OBr, Calc. % : C 59,06 H 5,18 N 10,88  
Tr. : 59,14 5,41 10,69

Iodométhylate du (bromo-5' indolyl-3')- méthyl-6 nicotinate de méthyle (5, R = Br)

1 g de (4, R = Br, X = OMe), 2,5 cm<sup>3</sup> d'acétone, 2,5 cm<sup>3</sup> de méthanol, 0,4 cm<sup>3</sup> de ICH<sub>3</sub> sont chauffés pendant 18 h à 70-80° dans un tube de Carius. Après refroidissement, on sépare les cristaux qui se sont formés que l'on recristallise du méthanol, F = 235°.

Analyse C<sub>17</sub>H<sub>16</sub>BrIN<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Calc. % : C 41,88 H 3,28 N 5,75  
Tr. : 41,94 3,36 5,58

(Bromo-5' indolyl-3') méthyl-6 tétrahydro-1,2,5,6 nicotinate de méthyle (6, R = Br, X = OMe)

1°) par réduction de (5, R = Br)

A 1,2 g de iodométhylate dans 50 cm<sup>3</sup> d'eau et 50 cm<sup>3</sup> de méthanol chauffés à 35° environ, on ajoute, en une seule fois, 350mg de BH<sub>4</sub>K et agite pendant 10 mn. On ajoute alors 350mg de BH<sub>4</sub>K puis agite encore pendant 30 mn. Après extraction par du chlorure de méthylène, on isole 800 mg d'huile brute que l'on chromatographie sur un mélange de silice-célite (25 g-25 g) ; l'élution par un mélange de benzène (98 %) et d'éthanol (2 %) permet d'isoler 276 mg de produit unique à la chromatographie en couche mince et que l'on distille dans un appareil à sublimer à 120° sous 0,01 mm de mercure, F = 80-82°.

Analyse C<sub>17</sub>H<sub>19</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>Br, Calc. % : C 55,88 H 5,75 N 7,67  
Tr. : 55,63 5,46 7,31

Spectre IR : 1720<sup>cm-1</sup> (ester) et 3400<sup>cm-1</sup> (indole)

Spectre UV : = 282, 292 et 301 nm ; = 6.400, 6.800 et 5.600

Picrate F = 150° (éthanol).

Analyse C<sub>17</sub>H<sub>19</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>Br, C<sub>6</sub>H<sub>3</sub>O<sub>7</sub>N<sub>3</sub>, Calc. % : C 46,62 H 3,71  
Tr. : 46,48 3,81

2°) par aromatisation de "X" ou de "Y"

500 mg de "X" sont chauffés dans 30 cm<sup>3</sup> de méthanol saturé d'acide chlorhydrique (reflux). Ce mélange est ensuite laissé à température ordinaire pendant 18 h puis traité selon les processus habituels. On isole ainsi 400 mg d'huile, unique à la chromatographie en couche mince.

...

1599772

- 7 -

Spectre IR :  $3380\text{ cm}^{-1}$  (NH) et  $1720\text{ cm}^{-1}$  (CO)

Cette huile est agitée pendant 48 h à température ordinaire dans 25 cm<sup>3</sup> de CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> contenant 2 g de MnO<sub>2</sub> activé. Après séparation du catalyseur et évaporation du solvant, on récupère 300 mg de cristaux (F = 80-82°) identiques (spectres UV et IR, picrate) à (6, R = Br, X = OMe).

Nota - Lorsque l'on traite Y de la même manière, on isole le même produit avec un rendement de 60 %.

Lorsque l'on traite X et Y<sub>1</sub> par le bioxyde de manganèse dans le chlorure de méthylène on récupère ces deux produits inchangés au bout de 48 h.

Méthyl-1 (bromo-5' indolyl-3')-méthyl-6 tétrahydro-1,2,5,6 N,N-diéthyl nicotinamide (6, R = Br, X = NEt<sub>2</sub>)

Ce diéthylamide est obtenu en opérant comme pour (5). L'acide intermédiaire fond à 250° (décomposition). L'amide obtenu est huileux unique à la CCM.  
Spectre IR :  $3410\text{ cm}^{-1}$  (NH) et  $1690\text{ cm}^{-1}$  (CO)  
Spectre UV :  $\lambda = 282, 292$  et  $300\text{ nm}$  ;  $\epsilon = 6.400, 6.800$  et  $5.600$ .

Iodométhylate du (acétyl-1' dihydro-2',3' bromo-5' indolyl-3')-méthyl-6 nicotinate de méthyle (7, R = Br),

5 g de l'ester (3, R = Br, R<sub>1</sub> = Ac), 12,5 cm<sup>3</sup> d'acétone, 12,5 cm<sup>3</sup> de méthanol, 1,8 cm<sup>3</sup> de iodure de méthyle sont chauffés à 70-80° pendant 15 à 18 h dans un tube scellé. Le iodométhylate qui a précipité après refroidissement est essoré puis lavé à l'acétone, F = 230°.

Analyse C<sub>19</sub>H<sub>20</sub>BrIN<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Calc. % : C 42,96 H 3,79 N 5,27  
Tr. : 42,70 3,99 5,36

Méthyl-1 (acétyl-1' dihydro-2',3' bromo-5' indolyl-3')méthyl-6 tétrahydro-1,2,5,6 nicotinate de méthyle (8, R = Br)

A 9,4 g de iodométhylate (7, R = Br) dissous dans 250 cm<sup>3</sup> de méthanol et 250 cm<sup>3</sup> d'eau et chauffé à 34-35°, on ajoute 2,9 g de BH<sub>4</sub>K en 5 mn environ, puis agite pendant 10 mn. On ajoute à nouveau 2,9 g de BH<sub>4</sub>K puis agite pendant 30 mn. On chasse alors le méthanol sous vide puis extrait par du chlorure de méthylène. Après les traitements habituels, on isole 0,2 g d'huile que la chromatographie en couche mince montre être un mélange constitué essentiellement de deux produits que nous avons appelés "X" et "Y".

11,8 g de ce mélange brut sont séparés de la façon suivante : on fixe le mélange sur colonne de silice (600 g) et de célite (400 g) à l'aide du benzène puis élue par un mélange de benzène (98 %) et d'éthanol (2 %). On fait des fractions de 40 cm<sup>3</sup> après l'élution d'un anneau jaune qui précède X.

...



L'analyse par la chromatographie en couche mince des différentes fractions recueillies permet d'établir le tableau suivant :

nombre de fractions :	produit :	poids de produit en g :	éluant bz/EtOH :
1-17	X	2,768	98/2
18-41	X + Y <sub>1</sub>	0,910	98/2
42-172	Y <sub>1</sub>	3,790	96/5
Poids total recueilli : 7,468			

Caractéristiques de X : huile incolore cristallisant au bout de quelques semaines,  $F = 112^\circ$  (cyclohexane).

Analyse  $C_{19}H_{23}O_3N_2Br$ , Calc. % : C 56,02 H 5,65 N 6,87  
Tr. : 56,08 5,45 6,97

Spectre IR :  $1720\text{ cm}^{-1}$  et  $1660\text{ cm}^{-1}$  (CO)

Spectre UV :  $\lambda = 263, 292$  et  $300\text{ nm}$  ;  $\epsilon = 21800, 5.400$  et  $4.500$ .

Chromatographie en couche mince : éluant acétate d'éthyle 85 %, méthanol 15 %,  $R_f = 0,7$ .

Picrate  $F = 130-131^\circ$  (décomp.) lavé à l'éthanol.

Analyse  $C_{19}H_{23}O_3N_2Br$ ,  $C_6H_3N_3O_7$  : Calc. % : C 47,17 H 4,08 N 11,00  
Tr. : 47,03 4,13 10,76

Caractéristiques de Y<sub>1</sub> : huile incolore cristallisant au bout de quelques semaines  
 $F =$  (cyclohexane).

Analyse  $C_{19}H_{23}O_3N_2Br$ , Calc. % : C 56,02 H 5,65 N 6,87  
Tr. : 55,84 5,84 6,68

Spectre IR :  $1720\text{ cm}^{-1}$  et  $1660\text{ cm}^{-1}$  (CO)

Spectre UV :  $\lambda = 263, 293$  et  $300$  ;  $\epsilon = 22.000, 5.500$  et  $4.500$

Chromatographie en couche mince : éluant : acétate d'éthyle 85 %, méthanol 15 %,  $R_f = 0,5$ .

...

1599772

- 9 -

Picrate F = 128-129°

Analyse  $C_{19}H_{23}O_3N_2Br$ ,  $C_6H_3O_7N_3$ , Calc. % : C 47,17 H 4,08 N 11,00  
Tr. : 46,97 4,30 10,83

Cyclisation de  $Y_1$  : acétyl-1 dihydro-2,3 lysergate de méthyle (9)

A une suspension de 6,1 g d'amidure de sodium finement pulvérisé dans 2 l d'ammoniac sec. On ajoute en une seule fois 8 g de  $Y_1$  dans 50 cm<sup>3</sup> de THF anhydre (agitation). Au bout de 30 mn, la solution noircit considérablement ; 10 mn plus tard, elle s'éclaircit. Après 1 h d'agitation, on introduit du chlorure d'ammonium dans le milieu puis évapore l'ammoniac le plus rapidement possible (courant d'azote). Après extraction à pH 8 par du chlorure de méthylène suivie des traitements habituels, on isole 6 g de poudre brune que l'on chromatographie sur une colonne de silice (300 g), célite (250 g) en utilisant du benzène contenant 2 % d'éthanol absolu comme éluant de départ que l'on enrichit de plus en plus en éthanol.

Après élution d'une bande jaune, on fait des fractions de 10 cm<sup>3</sup>. L'opération est suivie par chromatographie sur plaque analytique de 5 en 5 tubes. Les fractions riches en tel ou tel produit sont rassemblées. On enregistre le spectre UV de chaque fraction, ce qui permet de savoir dans quelle zone se trouve la substance intéressante. Les produits cherchés contenus dans chaque fraction sont enfin séparés par chromatographie sur plaque préparative (épaisseur : 0,25 mm ; taille de la plaque : 20 x 20 cm ; éluant : acétate d'éthyle 85 cm<sup>3</sup>, méthanol 15 cm<sup>3</sup> ; quantité de produit déposé : 10 mg sur 18 cm). Les résultats des différentes opérations effectuées sont rassemblés dans le tableau suivant.

Caractéristiques de l'acétyl-1 dihydro-2,3 lysergate de méthyle synthétisé (9)

Spectre IR : 1740 et 1660 cm<sup>-1</sup> (CO)

Spectre UV :  $\lambda$  = 244, 251, 307 et 318 nm ;  $\epsilon$  = 37.400, 40.000, 3.300 et 2.900

Chromatographie en couche mince, éluant : acétate d'éthyle 85 %, méthanol 15 %,  $R_f$  = 0,5.

RMN pratiquement identique à celui de l'authentique

Spectre de masse :  $M^+$  326 (spectre compatible avec structure proposée)

F et F msl. Picrate = 115-125°.

Analyse, Calc. % : C 54,05 H 4,54 N 12,21  
Tr. : 53,65 4,66 11,90

...

Dihydro-2, 3 lysergate de méthyle (11)

1 g de lysergate de méthyle est agité dans l'obscurité avec 100 cm<sup>3</sup> de méthanol contenant 100 g de zinc en poudre (bain eau glacée). A cette solution, on ajoute en 3 h environ 240 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique concentré puis agite encore à 10° pendant 1 h. 30. On sépare le zinc qui n'a pas réagi par filtration, rend alcalin par de l'ammoniaque concentrée (bain de glace) puis extrait par du chlorure de méthylène. Après les traitements habituels, on isole une huile brune que l'on soumet à nouveau au même traitement. On récupère ainsi 800 mg d'huile que l'on réduit en poudre par trituration dans l'éther de pétrole, F = 150-155°.

Spectre IR : 3370 et 1740<sup>cm-1</sup> (CO)

Spectre UV :  $\lambda$  = 245 et 320 nm ;  $\epsilon$  = 10.000 et 1.900.

Acétyl-1 dihydro-2, 3 lysergate de méthyle (9)

800 mg de dihydro-2, 3 de lysergate de méthyle sont laissés en contact pendant 18 h avec 1,8 cm<sup>3</sup> de méthanol anhydre contenant 0,3 cm<sup>3</sup> d'anhydride acétique. Après évaporation du solvant, on triture le résidu par un mélange d'éther et d'éther de pétrole, ce qui donne 680 mg de cristaux que l'on purifie par chromatographie en couche mince, Picrate; F = 115-125°.

Spectre IR : identique à celui de (9) provenant de la cyclisation de Y<sub>1</sub>  
1740 et 1660<sup>cm-1</sup> (CO).

Spectre UV : identique à celui de (9) provenant de Y<sub>1</sub>  
 $\lambda$  244, 251, 307 et 318 nm;  $\epsilon$  = 35.000, 38.400, 3.000 et 2.800.

Chromatographie en couche mince : éluant : acétate d'éthyle 85 cm<sup>3</sup> , méthanol 15 cm<sup>3</sup>  
Rf = 0,5.

(Oxindolyl-3')-méthyl-6 nicotinate de méthyle (2, R = H)

24,5 g de (2, R = Br) , 250 cm<sup>3</sup> de soude 2N, 70 g de nickel de Raney sont agités pendant une nuit dans un autoclave en présence d'hydrogène (100 kg).

...

On filtre alors le nickel, rend la solution à un pH de 4-5 par de l'acide chlorhydrique ce qui permet de séparer l'acide (F = 240°) par filtration (20 g). Cet acide est chauffé pendant une nuit dans 350 cm<sup>3</sup> de méthanol à reflux contenant 20 cm<sup>3</sup> d'acide sulfurique concentré. On chasse alors le méthanol sous vide, rend le milieu alcalin par du bicarbonate de sodium puis sépare l'ester formé par filtration. On le recristallise dans le benzène, F = 187°, 12 g (63 %).

Analyse C<sub>16</sub>H<sub>14</sub>O<sub>3</sub>N<sub>2</sub>, Calc. % : C 68,07 H 5,00 N 9,92  
Tr. : 67,96 4,78 9,83

Spectre IR : 1720<sup>cm-1</sup> et 1660<sup>cm-1</sup> (CO)

Spectre UV : 227 et 255 nm ;  $\epsilon$  = 14.300 et 12.000

(Dihydro-2',3' indolyl-3')-méthyl-6 nicotinate de méthyle (3, R = R<sub>1</sub> = H)

Le produit (2, R = H), 9 g, est traité suivant la technique qui avait permis de synthétiser (3, R = Br, R = H) par du diborane préparé à partir de 10 g de borohydrure de sodium, 45 g d'éthérate de trifluorure de bore. L'extraction par les procédés habituels permet d'isoler 5 g de substance que l'on recristallise du mélange éther-éther de pétrole, F = 70-71°.

Analyse C<sub>16</sub>H<sub>16</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>, Calc. % : C 71,62 H 6,01 N 10,44  
Tr. : 71,35 5,95 10,28

Spectre IR : 3360<sup>cm-1</sup> (NH) ; 1720<sup>cm-1</sup> (CO)

Spectre UV : 227 nm et 253 nm ;  $\epsilon$  = 16.000 et 13.000.

(Acétyl-1' dihydro-2',3' indolyl-3')-méthyl-6 nicotinate de méthyle (3, R = H, R<sub>1</sub> = Ac)

700 mg de l'indoline (3, R = R<sub>1</sub> = H) sont laissés en contact pendant 24 h avec 10 cm<sup>3</sup> d'anhydride acétique. Après extraction par les procédés habituels, on obtient 800 mg (100 %) de produit cristallisé que l'on recristallise dans le cyclohexane, F = 129°.

Analyse C<sub>18</sub>H<sub>18</sub>O<sub>3</sub>N<sub>2</sub>, Calc. % : C 69,66 H 5,85 N 9,03  
Tr. : 69,54 5,95 9,03

Spectre IR : 1720<sup>cm-1</sup> et 1660<sup>cm-1</sup> (CO)

Spectre UV :  $\epsilon$  = 255 et 290 nm ;  $\epsilon$  = 24.400 et 5.200.

(Indolyl-3'-méthyl-6 nicotinate de méthyle (4, R = H, X = OMe)

3 g de (3, R = R<sub>1</sub> = H) et 12 g de bioxyde de manganèse sont agités pendant 24 h à température ordinaire dans 100 cm<sup>3</sup> de chlorure de méthylène. Après avoir séparé le catalyseur, traite la solution résultante au noir animal puis chassé le solvant, on chromatographie l'huile obtenue sur un mélange de silice-célite

.../

(80-80 g) l'élution par un mélange de benzène (99 %) acétate d'éthyle (1 %) permet d'isoler 630 mg (21 %) de produit aromatisé que l'on recristallise du mélange benzène-éther de pétrole,  $F = 119^\circ$ .

Analyse  $C_{16}H_{14}O_2N_2$ , Calc. % : C 72,16 H 5,30 N 10,52  
Tr. : 72,30 5,41 10,33

Spectre IR :  $1720\text{ cm}^{-1}$  (CO) et  $3400\text{ cm}^{-1}$  (NH)

Spectre UV :  $\lambda = 225, 260$  et  $305\text{ nm}$  ;  $\epsilon = 12.000, 11.000$  et  $2.500$ .

(Indolyl-3'-méthyl-6 N,N-diéthyl nicotinamide (4, R = H, X = NEt<sub>2</sub>))

Cet amide est obtenu en utilisant la technique qui avait permis de préparer (4, R = Br, X = NEt<sub>2</sub>) à partir de (3, R = Br). On obtient ainsi une huile.

Spectre IR :  $1660\text{ cm}^{-1}$  et  $1670\text{ cm}^{-1}$  (CO)

Picrate :  $F = 140^\circ$  (éthanol)

Analyse  $C_{19}H_{21}N_3O$ ,  $C_6H_3O_7N_3$ , Calc. % : C 55,97 H 4,51 N 15,67  
Tr. : 56,08 4,39 15,57

Iodométhylate de l'indolyl-3'-méthyl-6 nicotinate de méthyle (5, R = H)

1 g d'ester (4, R = H, X = OMe), 2,5 cm<sup>3</sup> de MeOH, 2,5 cm<sup>3</sup> d'acétone, 0,3 cm<sup>3</sup> de iodure de méthyle sont chauffés à  $70-80^\circ$  pendant 18 h dans un tube de Carius. Après refroidissement, on essore des cristaux formés (1,2 g) que l'on recristallise du méthanol,  $F = 202-205^\circ$ .

Analyse  $C_{17}H_{17}IN_2O_2$ , Calc. % : C 50,00 H 4,17 N 7,00  
Tr. : 50,06 4,29 6,80

Méthyl-1 (indolyl-3'-méthyl-6 tétrahydro-1,2,5,6 nicotinate de méthyle (6, R = H))

3 g de l'iodométhylate précédent sont dissous dans un mélange de 120 cm<sup>3</sup> d'eau et 120 cm<sup>3</sup> de méthanol. A cette solution, on ajoute 2 g de borohydrure de potassium en deux fois en 10 mn, puis agite pendant 30 mn. Après extraction par du chlorure de méthylène suivie de traitements habituels, on isole 2,5 g de produit brut que l'on purifie par filtration sur une colonne de silice-célite en utilisant comme solvant un mélange de benzène (97 %) éthanol (3 %). On isole ainsi 2 g d'huile incolore.

Spectre IR :  $3380\text{ cm}^{-1}$  (NH) et  $1710\text{ cm}^{-1}$  (CO)

Spectre UV :  $\lambda = 275, 285$  et  $292\text{ nm}$  ;  $\epsilon = 8.400, 9.100$  et  $5.500$

Picrate :  $F = 105-108^\circ$  (méthanol)

Analyse  $C_{17}H_{20}O_2N_2$ ,  $C_6H_3O_7N_3$ , Calc. % : C 53,80 H 4,52 N 13,64  
Tr. : 53,61 4,75 13,37

...

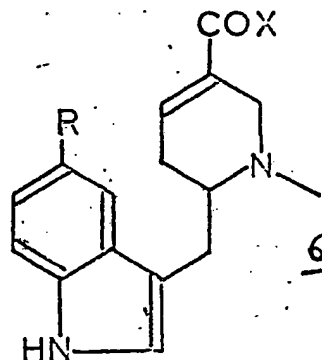
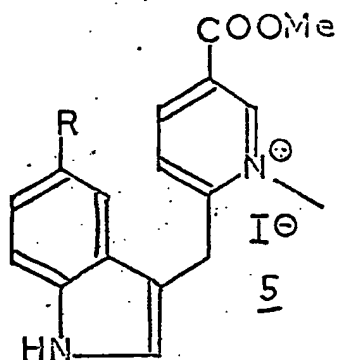
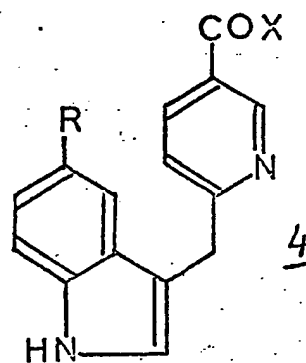
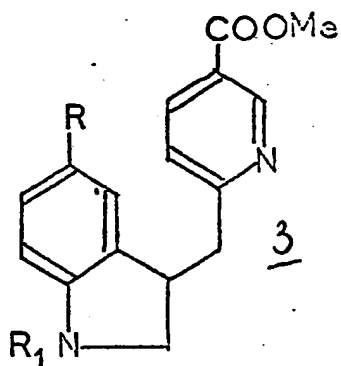
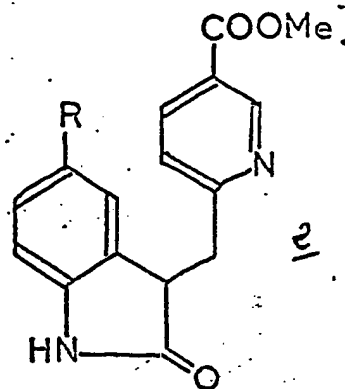
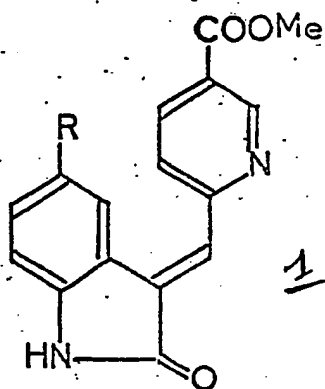
R E S U M E

Procédé de préparation de l'acide lysergique consistant en l'assemblage, dès la première étape, de tout le squelette carboné et azoté. Le méthyle porté par l'azote 6 est introduit au cours de la synthèse et le procédé consiste en des réductions sélectives et une cyclisation qui conduisent au N<sub>1</sub> acétyl dihydro-2,3 lysergate de méthyle racémique que l'on sait transformer en acide lysergique.

TREIZE PAGES

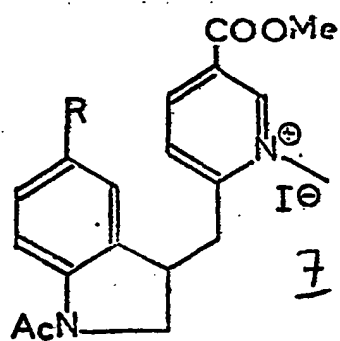
1599772

P.I. 2

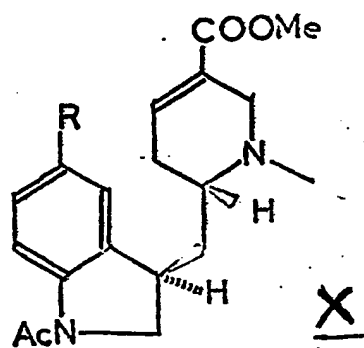


1599772

Pl. II-2

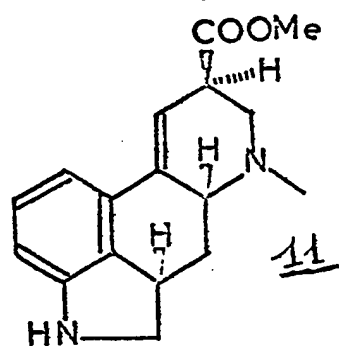
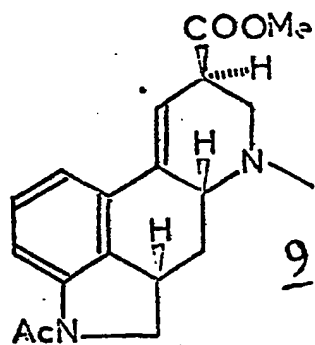
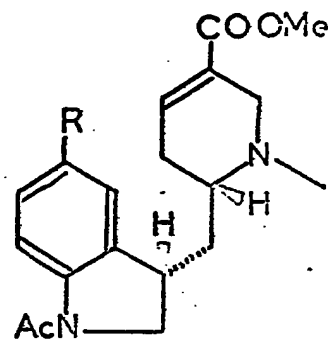


R = Br  
H



8

1



10

